

ANALISIS MODEL GERAKAN ALIRAN AIR TERHADAP KERUSAKAN JALAN (STUDI KASUS : JALAN SAMOTA KABUPATEN SUMBAWA PROVINSI NTB)

Jannatun Na'im^{1*}, Zulkarnaen² Ady Purnama,³

^{1, 2, 3} Universitas Samawa, Sumbawa, Indonesia

*Email: jannatunnaimahyar10@gmail.com

Abstrak: Kondisi pembangunan infrastruktur Jalan Samota mengalami permasalahan dikarenakan kondisi jalan yang mengalami berbagai kerusakan pada struktur jalan akibat dari gerakan aliran air pada segmen jalan. Gerakan aliran air akan menyebabkan terjadinya kerusakan jalan seiring berjalannya waktu. Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh gerakan aliran air terhadap kerusakan jalan berdasarkan tinjauan hidrologi dan hidrolika, serta mengetahui jenis kerusakan dan tingkat kerusakan jalan pada Jalan Samota akibat gerakan aliran air.

Objek dalam penelitian adalah STA 006+000 – STA 008+050 pada Jalan Samota, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi gerakan aliran air pada tiap segmen jalan yang menyebabkan kerusakan konstruksi jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan perkerasan jalan. Lokasi Penelitian dibagi menjadi 3 segmen, yaitu segmen 1 berada pada STA 006+000 – STA 006+045, segmen 2 yaitu pada STA 007+100 – STA 007+150, dan segmen 3 yang berada pada STA 008+000 – STA 008+050. Selanjutnya, analisis data secara hidrologi menggunakan metode CH Thiessen yang dilanjutkan analisis hidraulika menggunakan metode Angka Reynold untuk menentukan jenis gerakan aliran air.

Penelitian ini mendapatkan hasil debit saluran pada segmen 1 yaitu 0,397 m³/detik, segmen 2 yaitu 0,293 m³/detik, dan segmen 3 yaitu 0,24 m³/detik. Tiap segmen jalan yang mengalami gerakan aliran air berupa turbulen akan menyebabkan tingkat kerusakan jalan semakin tinggi. Pada segmen 1 didapat Angka Reynold sebesar 1518 sehingga terjadinya gerakan aliran air turbulen dengan tingkat kerusakan 21,85%. Pada segmen 2 didapat Angka Reynold sebesar 1312 menyebabkan gerakan aliran air turbulen dengan tingkat kerusakan 16,57%. Sedangkan pada segmen 3 didapat Angka Reynold sebesar 911 sehingga terjadinya gerakan aliran air transisi dengan tingkat kerusakan 9,71%. Pada setiap segmen jalan yang mengalami gerakan aliran air turbulen menyebabkan tingkat kerusakan jalan semakin tinggi. Akibat dari gerakan aliran air tersebut, ketiga segmen mengalami jenis kerusakan jalan berupa pelapukan dan butiran lepas.

Kata Kunci: Gerakan Aliran Air, Kerusakan Jalan, Turbulen, Jalan Samota

Pendahuluan

Jalan Samota merupakan jalan baru pada Kabupaten Sumbawa yang diperuntukkan sebagai jalur pariwisata, akan tetapi melihat kondisi yang ada pembangunan infrastruktur Jalan Samota mengalami permasalahan dikarenakan kondisi jalan mengalami berbagai kerusakan pada struktur jalan akibat dari gerakan aliran air pada segmen jalan. Terjadinya gerakan aliran air yang berbeda-beda pada segmen jalan menyebabkan tingkat dan jenis kerusakan jalan berbeda pula. Jenis gerakan aliran air yang terjadi pada jalan samota yaitu di dominasi dengan aliran laminer dan turbulen. Ada yang hanya gerakan aliran air laminer yang terjadi merusak segmen jalan, ada yang hanya gerakan aliran air turbulen, dan bahkan adapula yang gabungan antara laminer dan turbulen (transisi). Gerakan aliran air ini menyebabkan jenis kerusakan, tingkat kerusakan, dan waktu lamanya kerusakan berbeda-beda pada segmen jalan. Berdasarkan identifikasi kerusakan jalan dimana untuk kerusakan pelapukan dan butiran lepas dengan tingkat kerusakan low ditandai dengan agregat atau

bahan mulai lepas dan permukaannya masih keras, sedangkan untuk tingkat kerusakan High ditandai dengan agregat atau bahan telah banyak lepas dan tekstur permukaan sangat kasar (Setyowati, 2011). Seperti halnya pada STA 006+020 – STA 006+074 terjadi jenis kerusakan jalan yaitu lubang, retak, dan pelepasan butir akibat dari gerakan aliran air. Gerakan aliran air akan menyebabkan terjadinya kerusakan jalan seiring berjalannya waktu. Hal tersebut terlihat dari berbagai segmen jalan pada Jalan Samota mulai dari STA 006+000 – STA 008+050 mengalami kerusakan yang cukup signifikan akibat gerakan aliran air sedangkan usia jalan baru berumur kurang lebih 4 Tahun. Tidak hanya itu pada segmen jalan juga mengalami penumpukan sedimentasi yang disebabkan oleh gerakan aliran air. Sedimentasi ini memiliki volume yang berbeda-beda pada setiap segmen Apalagi secara fungsi jalan, Jalan Samota belum mengalami peningkatan atau volume kendaraan yang tinggi. Melihat dengan kondisi yang ada perlunya Jalan Samota di analisa terhadap gerakan aliran air yang menyebabkan kerusakan jalan.

JUDUL TEORI PENDUKUNG

2.1 Analisis Hidrologi

Menghitung curah hujan rata-rata pada kasus ini menggunakan Metode Poligon Thiessen dengan rumus sebagai berikut (Soemarta dalam Khairul, 2015).

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i.d_i}{A}$$

dengan :

A : luas areal total (km²)

d : curah hujan rata-rata areal (mm)

d₁, d₂, d₃, ..., d_n : curah hujan di pos 1, 2, 3, ..., n (mm)

A₁, A₂, A₃, ..., A_n : luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ..., n (km²)

Hujan kawasan di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Dimana :

P = hujan rerata di suatu DAS

p_i = hujan di tiap-tiap stasiun

n = jumlah stasiun

2.2 Analisis Hidraulika

Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana adalah metode rasional. Perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional adalah sebagai berikut: (Suripin, 2004).

$$Q = 0,278.C.I.A$$

Untuk menghitung rumus debit dapat menggunakan :

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit Aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$V = \text{Kecepatan Aliran (m/detik)}$$

$$A = \text{Luas Penampang Aliran (m}^2\text{)}$$

Karakteristik aliran berdasarkan bilangan Reynold (Re)

- a. Aliran laminer ($Re < 500$)

Ciri fisik aliran ini yaitu arah aliran lurus dan tidak saling memotong (percobaan Osborn Reynolds)

- b. Aliran transisi ($500 < Re < 1000$)

Ciri fisik aliran ini yaitu arah aliran bersifat lurus, akan tetapi di tengahnya aliran bersifat berbelok, tetapi belum saling memotong.

- c. Aliran Turbulen ($Re > 1000$)

Ciri fisik aliran ini yaitu arah aliran saling memotong dan tidak teratur, berolak.

Untuk menentukan jenis aliran yang terdapat dalam suatu fluida diperlukan persamaan bilangan tanpa dimensi, yaitu bilangan Reynold.

$$Re = (D \times V \times \rho) / \mu$$

Dimana:

Re : bilangan Reynold

D : diameter bagian dalam pipa

V : kecepatan rata-rata fluida dalam pipa

ρ : densitas fluida

μ : viskositas fluida

2.3 Kerusakan Jalan

Dalam menentukan nilai persentase kerusakan dapat menggunakan rumus yaitu (Ibnu Sholeh, 2011):

$$N_p = \frac{\text{Luas Jalan}}{\text{Luas Jalan Keseluruhan}} \times 100\%$$

Besarnya nilai persentase kerusakan diperoleh dari persentase luas permukaan jalan yang rusak terhadap luas keseluruhan bagian jalan yang ditinjau. Nilai Persentase kerusakan jalan (N_p) dapat dilihat pada Tabel 1.

Persentase	Katagori	Nilai
<5%	Sedikit sekali	2
5%-20%	Sedikit	
20%-50%	Sedang	5
>40%	Banyak	7

Metode

Lokasi penelitian ini STA 006+000 – STA 008+050 pada Jalan Samota dengan ruas sepanjang ± 2 km. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi terkait gerakan aliran air pada tiap segmen jalan yang menyebabkan kerusakan konstruksi jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan perkerasan Jalan Samota. Teknik analisis data yang digunakan yaitu menentukan segmen-segmen pada tiap jalan yang terjadinya gerakan aliran air, selanjutnya analisis data secara hidrologi dan hidrolika. Tahap selanjutnya menentukan jenis-jenis kerusakan pada segmen-segmen jalan akibat gerakan aliran air pada Jalan Samota. Terakhir menghitung tingkat kerusakan dengan rumus persentase kerusakan.

Hasil dan Pembahasan

Menentukan data curah hujan harian rata-rata dengan metode Ch Thiessen diambil 2 lokasi yang berdekatan yaitu Kecamatan Labuhan Badas dan Kecamatan Moyo Utara. Pada metode ini akan diambil hujan harian maksimal pada hari tertentu dalam 1 tahun. Dalam perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata metode Poligon Thiessen tentunya harus mengetahui luas wilayah yang dijadikan lokasi penelitian untuk menentukan besarnya perbandingan Koefisien Thiessen. Untuk luas Wilayah Kecamatan Labuan Badas yaitu 435,89 Km² dan Wilayah Kecamatan Moyo Utara yaitu 90.8 Km².

Durasi rata-rata hujan efektif di Indonesia Berkisar 3-5 jam, sehingga digunakan hujan efektif durasi 5 jam.

Tabel 2. Hujan Efektif

jam ke-	Ratio	Kumulatif	Curah Hujan Jam-jaman (mm)		
	(%)	(%)	2	5	10
1	58,5	58,5	34,537	42,441	46,581
2	15,2	73,7	8,977	11,031	12,107
3	10,7	84,3	6,297	7,738	8,493
4	8,5	92,8	5,013	6,160	6,761
5	7,2	100,0	4,233	5,202	5,710
Hujan Rancangan (mm)			98,428	120,955	132,754
Koefisien Pengaliran			0,6	0,6	0,6
Hujan Efektif (mm)			59,057	72,573	79,653

Berdasarkan Tabel 2 hujan efektif periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun berturut-turut yaitu 59,057 mm, 72,573 mm, dan 79,653 mm.

Untuk perhitungan debit pada masing-masing segmen dilakukan tahapan-tahapan seperti pengamatan lapangan dan analisa data lapangan. Pada segmen 1 terdapat 3 saluran, pada segmen 2 dan segmen 3 terdapat masing-masing 2 penampang . Untuk masing-masing saluran perlu diketahui seperti luas penampang (A) dan kecepatan aliran air (v). untuk kecepatan aliran air menggunakan metode bola pimpong. Berdasarkan hasil analisis data maka didapat untuk debit saluran pada segmen 1 yaitu 0,397 m³/detik, segmen 2 yaitu 0,293 m³/detik, serta segmen 3 yaitu 0,24 m³/detik.

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan pada segmen 1 didapat bahwa adanya gerakan aliran air dari beberapa saluran dengan jenis gerakan aliran yang berbeda. Untuk menentukan jenis gerakan aliran air pada segmen 1 dilakukan analisis berdasarkan perhitungan angka Reynold. Perhitungan angka reynold pada segmen 1 dihitung berdasarkan tiap-tiap saluran yang terjadi pada segmen 1.

Tabel 3. Analisis Angka Reynold Segmen 1

No	Saluran Segmen 1	Jenis Gerakan Aliran Air	Angka Reynold (Re)
1	Saluran Pertama	Turbulen	1860
2	Saluran Kedua	Turbulen	1508
3	Saluran Ketiga	Turbulen	1187
Rata-Rata Angka Reynold Segmen 1			1518

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 3 maka didapat rata-rata angka reynold segmen 1 yaitu 1518, maka jenis gerakan aliran airnya berupa turbulen karena ($Re > 1000$). Adapun kerusakan jalan pada Segmen 1 STA 006+000 - STA 006+045 Jalan Samota dengan luas kerusakan pelapukan dan butiran lepas yaitu 49,17 m² dengan persentase kerusakan sebesar 21,85 % dan termasuk ke dalam kategori kerusakan sedang.

Tabel 4. Analisis Angka Reynold Segmen 2

No	Saluran Segmen 2	Jenis Gerakan Aliran Air	Angka Reynold (Re)
1	Saluran Pertama	Transisi	950
2	Saluran Kedua	Turbulen	1674
Rata-Rata Angka Reynold Segmen 2			1312

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 4 maka didapat rata-rata angka reynold segmen 2 yaitu 1312, maka jenis gerakan aliran airnya berupa turbulen karena ($Re > 1000$). Berdasarkan hasil pengamatan mengenai kerusakan jalan pada Segmen 2 Jalan Samota STA 007+100 – STA 007+150, dapat disimpulkan jenis-jenis kerusakannya yaitu kerusakan pelapukan dan butiran lepas dengan luas kerusakan pelapukan dan butiran lepas yaitu 41,44 m² dengan persentase 16,57 % dan termasuk ke dalam kategori kerusakan sedikit.

Tabel 5. Analisis Angka Reynold Segmen 3

No	Saluran Segmen 2	Jenis Gerakan Aliran Air	Angka Reynold (Re)
1	Saluran Pertama	Transisi	927
2	Saluran Kedua	Transisi	894
Rata-Rata Angka Reynold Segmen 2			911

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 5 didapat rata-rata angka reynold segmen 3 yaitu 911, maka jenis gerakan aliran airnya berupa transisi karena ($500 < Re < 1000$). Kerusakan jalan pada Segmen 3 STA 008+000 - STA 008+050 Jalan Samota, maka dapat untuk luas kerusakan pelapukan dan butiran lepas yaitu 24,28 m² dengan persentase sebesar 9,71% dan termasuk ke dalam kategori kerusakan sedikit.

Kesimpulan

Analisis hidrologi menggunakan metode Thiessen maka didapat untuk curah hujan

harian rata-rata yaitu 98,42 mm. Untuk hujan rancangan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun berturut-turut yaitu 98,42 mm, 120,95 mm, dan 132,75 mm. Sedangkan untuk hujan efektif periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun berturut-turut yaitu 59,057 mm, 72,573 mm, dan 79,653 mm. Sedangkan analisis hidraulika dimana untuk debit saluran pada segmen 1 yaitu 0,397 m³/detik, segmen 2 yaitu 0,293 m³/detik, dan segmen 3 yaitu 0,24 m³/detik.

Hasil pengamatan dan analisis data yang dilakukan mengenai tentang jenis kerusakan dan tingkat kerusakan akibat gerakan aliran air pada Jalan Samota, maka dapat disimpulkan bahwa pada segmen 1 didapat angka Reynold sebesar 1518 sehingga terjadinya gerakan aliran air turbulen yang menyebabkan jenis kerusakan jalan berupa pelapukan dan butiran lepas dengan tingkat kerusakan 21,85%. Sedangkan pada segmen 2 didapat angka Reynold sebesar 1312 sehingga terjadinya gerakan aliran air turbulen yang menyebabkan jenis kerusakan jalan berupa pelapukan dan butiran lepas dengan tingkat kerusakan 16,57%. Sedangkan pada segmen 3 didapat angka Reynold sebesar 911 sehingga terjadinya gerakan aliran air transisi yang menyebabkan jenis kerusakan jalan berupa pelapukan dan butiran lepas dengan tingkat kerusakan 9,71%.

Berdasarkan hasil analisis data dapat ditarik kesimpulan bahwa pada setiap segmen jalan yang mengalami gerakan aliran air berupa turbulen maka menyebabkan tingkat kerusakan jalan semakin tinggi.

Referensi

- Ibnu Sholeh, 2011. Analisa Perkerasan Jalan Kabupaten Menggunakan Metode Bina Marga. Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Khairul Amri, 2015. Analisis Debit Puncak Sungai Air Tetap Kabupaten Kaur Dengan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu
- Setyowati, Sutari. 2011. Penilaian Kondisi Perkerasan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci), Peningkatan Jalan Dan Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Solo-Karanganyar Km 4+400-11+050. Program Diploma Iii. Teknik Sipil Transportasi Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Suripin.(2004).Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi.